

## Calidad sensorial de *Coffea arabica* variedad Caturra influenciada por diferentes procesos y tiempos de fermentación en el distrito de Marías

Sensory quality of *Coffea arabica* variety Caturra influenced by different fermentation processes and times in the district of Marías

EDGAR ENCALADA RAMÍREZ<sup>1</sup>, JAIME JOSSEPH CHÁVEZ MATÍAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía, Tingo María, Perú . ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8023-4785>. Email: [edgar.encialada@unas.edu.pe](mailto:edgar.encialada@unas.edu.pe)

<sup>2</sup>: Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía, Tingo María, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7376-6160>. Email: [jaime.chavez@unas.edu.pe](mailto:jaime.chavez@unas.edu.pe)

RECIBIDO: 19/01/2026 ACEPTADO: 02/02/2026 PUBLICADO: 19/03/2026

Como citar este artículo / How to cite this article:

Encalada Ramírez, E., & Chávez-Matías, J. J. (2026). Calidad sensorial de *Coffea arabica* variedad Caturra influenciada por diferentes procesos y tiempos de fermentación en el distrito de Marías. *Scientia Agronomica: Revista Académica en Ciencias Agronómicas*, 1(1), 26–33. <https://doi.org/10.69507/scientiaagronomica.4.1.1.421>

### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la calidad sensorial del *Coffea arabica* variedad Caturra, en diferentes procesos y tiempos de fermentación, en el distrito de Marías. Los resultados reflejan mejor resultado con un proceso cerrado sumergido (a4) con 15,20 grados Brix en el factor (b1) con 15,92 grados Brix a las 20 horas de fermentación y para pH los resultados obtenidos en el factor (a4) con 4,53 en un proceso cerrado sumergido en cuanto al Factor (b1) con 4,90 a las 20 horas de acides respectivamente. El proceso de fermentación y tiempo de fermentación no influyen significativamente en la calidad física del café de la variedad Caturra dando los mayores valores aritméticos, donde el T6 (a2b3) obtuvo un 83,20 % de café oro/trilla; para café oro de exportación al T5 (a2b2) con 74,81 % de café oro/tamiz n°16 y para café de segunda el T2 (a1b2) con el 79,45 % de grano oro/tamiz n°15 y por último los resultados detallan qué los procesos de fermentación y tiempos de fermentación si influyen significativamente en la calidad sensorial del café de la variedad Caturra donde el factor (a4) con el proceso cerrado sumergido obtuvo una puntuación promedio de 84,74 % de los catadores y para el factor (b3) tiempo de fermentación de 36 horas puntuación promedio de catación del 85,06 % de café en taza respectivamente.

**Palabras clave:** calidad sensorial, *Coffea arabica*, procesos, tiempos de fermentación.

### ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the sensory quality of *Coffea arabica* (coffee) variety Caturra influenced by different processes and fermentation times in the district of Marías. The results reflected with a closed submerged process (a4) with 15.20 grades Brix in factor (b1) with 15.92 grades Brix at 20 hours of fermentation and for pH the results obtained in factor (a4) with 4.53 in a closed submerged process in terms of Factor (b1) with 4.90 at 20 hours of acidity respectively. It is detailed that the fermentation process and fermentation time do not significantly influence the physical quality of the coffee of the Caturra variety, giving the highest arithmetic values, where T6 (a2b3) obtained 83.20% of gold coffee/threshing; for gold coffee for export at T5 (a2b2) with 74.81% of gold coffee/sieve No. 16 and for second-hand coffee in T2 (a1b2) with 79.45% of gold grain/sieve No. 15 and finally The results detail which fermentation processes and fermentation times do significantly influence the sensory quality of the Caturra variety coffee where the factor (a4) with the closed submerged process obtained an average score of 84.74% of the tasters and for factor (b3) fermentation time of 36 hours average cupping score of 85.06% of coffee in the cup respectively.

**Keywords:** sensory quality, *Coffea arabica*, processes, fermentation time.

## I. INTRODUCCIÓN

En la región Huánuco, la producción de café experimentó un notable crecimiento del 19% en junio de 2017, superando el promedio nacional del 13,60 %, como indica un reporte del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017). En el Centro Poblado Milagros, distrito de Marías, región Huánuco, el cultivo predominante es el café, con especial énfasis en la variedad Caturra para la producción de cafés especiales. Sin embargo, a pesar del potencial, muchos productores carecen de los conocimientos y técnicas necesarias para producir estos cafés especiales, cuyo valor en el mercado mundial se basa en su calidad organoléptica, condiciones agronómicas y origen. En este contexto, el proceso de beneficio del café adquiere una relevancia crucial como un requisito comercial adicional. Este proceso está estrechamente ligado con la conservación o deterioro de la calidad sensorial del café, lo que obliga al productor a comprender cómo producir lo que el consumidor percibe como un "café de calidad".

Asimismo, los caficultores en este caserío enfrentan una debilidad significativa en el proceso de postcosecha, donde la estandarización de las horas y el método de fermentación en un sistema abierto sólido, sin agua, durante períodos que van de 17 a 20 horas para altitudes superiores a 1,000 metros sobre el nivel del mar, puede estar limitando la mejora de los atributos y la calidad del grano de café. Esta estandarización puede estar contribuyendo a la generación de defectos en la calidad física, como granos manchados y agrios, y en la calidad de la bebida, con sabores a sobrefermento. Dada la falta de control sobre los factores y el desconocimiento de los cambios que ocurren durante la fermentación, es evidente la necesidad de una investigación que analice en profundidad este proceso crucial en la cadena productiva del café en este contexto específico.

Por lo tanto, es imperativo llevar a cabo investigaciones que aborden tres intervalos temporales y cuatro métodos de fermentación, con el propósito de elevar el valor comercial del café durante la fase de beneficiado, garantizando así la consistencia en la calidad del producto a lo largo del tiempo. En este contexto, el entendimiento detallado de cómo la duración y los procedimientos de fermentación impactan en la calidad física y sensorial del café, posibilitará la toma oportuna de decisiones respecto a este proceso, promoviendo así mejoras en los ingresos económicos de los productores de café. Por consiguiente, considerando lo anteriormente expuesto, se ha establecido evaluar la calidad sensorial bajo la influencia de diversos sistemas y periodos de fermentación del café de la variedad Caturra.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del campo experimental

La investigación se realizó en la finca Los Cedros, ubicada en el centro poblado Milagros, distrito Marías, región Huánuco. Se encuentra a una altitud de 1,677.86 msnm y tiene una ecología de bosque muy húmedo subtropical, con una precipitación pluvial anual promedio de 3,500 mm y una temperatura media anual de 21 °C. La fisiografía de la zona, según Brack (2002), muestra selva alta con pendientes moderadas y vegetación exuberante de ceja de selva.

### Componentes en estudio

Los granos maduros de café variedad Caturra son la variable dependiente, fueron influenciados por los procesos de fermentación (Proceso de fermentación abierto sólido (PFASo), proceso de fermentación abierto sumergido (PFASu), proceso de fermentación cerrado sólido (PFCSo) y proceso de fermentación cerrado sumergido (PFCSu)) y tiempos de fermentación (20 horas, 27 horas y 36 horas).

### Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio (Tabla 1), son en base a la interacción de los procesos de fermentación (A) con los tiempos de fermentación (B).

Tabla 1

Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos		Descripción	
Clave	Interacción	Procesos de fermentación	Tiempo
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> x b <sub>1</sub>	Proceso de fermentación abierto sólido (PFASo)	20 horas
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> x b <sub>2</sub>	Proceso de fermentación abierto sólido (PFASo)	27 horas
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> x b <sub>3</sub>	Proceso de fermentación abierto sólido (PFASo)	36 horas
T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> x b <sub>1</sub>	Proceso de fermentación abierto sumergido (PFASu)	20 horas
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> x b <sub>2</sub>	Proceso de fermentación abierto sumergido (PFASu)	27 horas
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> x b <sub>3</sub>	Proceso de fermentación abierto sumergido (PFASu)	36 horas
T <sub>7</sub>	a <sub>3</sub> x b <sub>1</sub>	Proceso de fermentación cerrado sólido (PFCSo)	20 horas
T <sub>8</sub>	a <sub>3</sub> x b <sub>2</sub>	Proceso de fermentación cerrado sólido (PFCSo)	27 horas
T <sub>9</sub>	a <sub>3</sub> x b <sub>3</sub>	Proceso de fermentación cerrado sólido (PFCSo)	36 horas
T <sub>10</sub>	a <sub>4</sub> x b <sub>1</sub>	Proceso de fermentación cerrado sumergido (PFCSu)	20 horas
T <sub>11</sub>	a <sub>4</sub> x b <sub>2</sub>	Proceso de fermentación cerrado sumergido (PFCSu)	27 horas
T <sub>12</sub>	a <sub>4</sub> x b <sub>3</sub>	Proceso de fermentación cerrado sumergido (PFCSu)	36 horas

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con un arreglo factorial de 4 factores A y 3 factores B, lo que resultó en un total de doce tratamientos, cada uno con tres repeticiones. Además, se empleó el software InfoStat para llevar a cabo el análisis de varianza y para identificar las diferencias entre las medias utilizando la prueba de DGC para los datos paramétricos (como temperatura, pH y grados Brix) y la prueba de Kruskal-Wallis para los datos no paramétricos (como el análisis sensorial).

## Ejecución del experimento

La recolección selectiva de las cerezas de café se llevó a cabo entre abril y junio. Las muestras de café despulpado se distribuyeron según lo indicado en la Tabla 1. Se aplicaron cuatro procesos de fermentación y se realizó de la siguiente manera: a) En el proceso de fermentación abierto sólido (PFASo), los baldes fermentadores permanecieron descubiertos y expuestos al ambiente durante 20, 27 y 36 horas respectivamente. b) En el proceso de fermentación abierto sumergido (PFASu), los baldes fermentadores no se cubrieron y se añadió un 30 % de agua con respecto al peso de la masa, durante 20, 27 y 36 horas, correspondientemente. c) Para el proceso de fermentación cerrado sólido (PFCSo), los baldes fermentadores se taparon con sus respectivas tapas y se equiparon con una esclusa de aire para fermentación (Airlocks) para controlar la entrada de oxígeno y permitir la salida de gases producidos durante 20, 27 y 36 horas. d) En el proceso de fermentación cerrado sumergido (PFCSu), los baldes fermentadores se taparon y se adaptaron con esclusa de aire para fermentación, añadiendo un 30 % de agua con respecto al peso de la masa durante 20, 27 y 36 horas, respectivamente. Después del lavado, los granos de café fueron secados por tratamiento y repetición utilizando un secador solar tipo túnel, cubierto con mica solar y equipado en su interior con tarimas con marcos de madera y fondo de malla tipo diamante. Una vez que los granos alcanzaron el nivel de humedad requerido (entre 11 % y 12 %), se envasaron en bolsas herméticas previamente identificadas para su análisis físico y sensorial.

Para el análisis físico, se tomó una muestra de 350 g de café pergamino seco por tratamiento, la cual fue posteriormente trillada para obtener café oro. Después, los granos fueron seleccionados por tamaño, pasándolos por tamices 14, 15 y 16 que permitían separar los granos pequeños. Solo se tostaron los granos que quedaron en las mallas 15 en adelante para garantizar uniformidad en el tueste. El tuestado se realizó un día antes de la catación, siendo cada muestra tostada durante un tiempo medio de 8 a 12 minutos, con una temperatura de inicio y final de entre 170 y 200 °C, respectivamente. Para la catación, se contó con la participación de tres catadores Q Grader Arabica, a quienes se les presentaron las muestras tostadas y codificadas para evitar cualquier sesgo en la evaluación de los atributos de cada muestra por tratamiento. Las catas se llevaron a cabo siguiendo los protocolos establecidos por el Coffee Quality Institute (CQI) en colaboración con la Specialty Coffee Association (SCA).

## VARIABLES POR EVALUAR

### Análisis de calidad física

Se tomó una muestra de 350 g de café pergamino seco

por cada tratamiento y se la trilló para eliminar la cascarilla. Luego, los granos verdes se separaron según su tamaño utilizando tamices con agujeros que retenían los granos más grandes por encima de una medida específica, permitiendo que los granos más pequeños pasaran al siguiente tamiz según (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Clasificación según el tamaño del grano en tamices con un tamaño de agujero que va desde 12 hasta 20/64 de pulgada.*

Clasificación	Nº de tamiz <sup>1/64</sup>	Dimensiones ISO (mm)
Café de exportación	20	8,00
	19	7,50
	18	7,10
	17	6,70
	16	6,30
Café de segunda	15	6,00
	14	5,60
	13	5,00
	12	4,75

Después del pesaje, trillado, tamizado y selección de una muestra inicial de 350 g de café pergamino seco, se determinaron los siguientes valores: porcentaje de humedad, porcentaje de peso de la cascarilla, porcentaje de peso de los granos descartados y retenidos en las mallas 12, y porcentaje de peso de los granos retenidos en las mallas 18, 17, 16, 15, 14 y 13. Finalmente, se calculó el porcentaje de rendimiento exportable según la fórmula propuesta por la SCAA (2015).

### Análisis sensorial

El análisis sensorial del café tostado fue realizado por un panel compuesto por tres catadores, siguiendo el protocolo de catación del Coffee Quality Institute (Tabla 3). Se evaluaron los atributos sensoriales de fragancia/aroma, sabor, acidez, cuerpo, sabor residual, uniformidad, balance, limpieza, dulzor y puntaje de catador.

**Tabla 3**

*Escala de calificación para los atributos sensoriales del café según el protocolo del Coffee Quality Institute.*

Bueno	Muy bueno	Excelente	Extraordinario
6,00	7,00	8,00	9,00
6,25	7,25	8,25	9,25
6,50	7,50	8,50	9,50
6,75	7,75	8,75	9,75

*Nota.* Tomado de Specialty Coffee Association of America (2015).

Los atributos de uniformidad, limpieza y dulzor recibieron una puntuación de 10 puntos al no presentar defectos en ninguna de las tazas. Después de completar las evaluaciones, las puntuaciones individuales otorgadas por cada catador para cada uno de los atributos fueron sumadas y se calificaron según la Tabla 4.

**Tabla 4**  
*Clasificación según la Specialty Coffee Association of América (SCAA)*

Puntaje total	Descripción de la especialidad	Clasificación
95-100	Ejemplar o único	Especialidad Súper Premio
90-94	Extraordinario	Premio a la Especialidad
85-89	Excelente	"Especialidad"
80-84	Muy Bueno	"Premio"
75-79	Bueno	Calidad Usual Buena
70-74	Pasable	Calidad Media
60-70		Grado de Cambio
50-60		Comercial
40-50		Abajo del grado
<40		Fuera de grado

Nota. Tomado de Specialty Coffee Association of America (2015).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Porcentaje de café oro y cascarilla

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los diversos tratamientos en relación con los pesos de la cascarilla y el café oro (Tabla 5). Esto podría explicarse por la posible tolerancia de la variedad Caturra a las variaciones en el proceso de fermentación. Se sugiere que esta variedad posea una capacidad inherente para mantener la integridad estructural del grano y conservar consistentemente su peso, independientemente de las condiciones de fermentación empleadas (Puerta, 2012; Puerta y Echeverry, 2015). En otras palabras, cualquier alteración en el proceso de fermentación no habría sido lo suficientemente significativa como para generar diferencias estadísticamente notables en los pesos finales.

**Tabla 5**  
*Promedios del peso de cascarilla y café oro de 350 g de café pergamino seco de los tratamientos en estudio.*

Clave	Tratamientos Descripción	Cascarilla		Café oro	
		(g)	(%)	(g)	(%)
T <sub>1</sub>	Fermentación abierto sólido (20 horas)	59,10	16,89	288,90	82,54
T <sub>2</sub>	Fermentación abierto sólido (27 horas)	59,20	16,91	288,93	83,09
T <sub>3</sub>	Fermentación abierto sólido (36 horas)	59,30	16,94	288,63	83,06
T <sub>4</sub>	Fermentación abierta sumergido (20 horas)	59,40	16,97	288,00	83,03
T <sub>5</sub>	Fermentación abierta sumergido (27 horas)	58,97	16,85	288,56	83,15
T <sub>6</sub>	Fermentación abierta sumergido (36 horas)	58,80	16,80	288,70	83,20
T <sub>7</sub>	Fermentación cerrado sólido (20 horas)	59,53	17,01	289,04	82,99
T <sub>8</sub>	Fermentación cerrado sólido (27 horas)	59,53	17,01	288,27	82,99
T <sub>9</sub>	Fermentación cerrado sólido (36 horas)	59,23	16,92	288,77	83,08
T <sub>10</sub>	Fermentación cerrada sumergido (20 horas)	59,10	16,89	288,93	83,11
T <sub>11</sub>	Fermentación cerrada sumergido (27 horas)	59,30	16,94	288,50	83,06
T <sub>12</sub>	Fermentación cerrada sumergido (36 horas)	59,03	16,87	289,54	83,13

Por otro lado, el peso de los granos defectuosos osciló entre 1,43 g y 2,60 g, representando entre el 0,41 % y el 0,59 % del peso total de los 350 g de café pergamino seco. Estos hallazgos son similares a los obtenidos por Natividad (2011), quien informó un promedio del 0,15 % en 400 g. Esto puede atribuirse a los cuidados aplicados durante la cosecha y postcosecha, lo que resulta en porcentajes tan bajos de defectos y evita la necesidad de una selección adicional, ya que el café está

listo para ser trillado. Es importante destacar que el porcentaje promedio de defectos obtenidos en la investigación cumple con los estándares establecidos por los mercados japonés y europeo. Estos mercados limitan el contenido de defectos al 8 % para el café verde oro y al 5 % para el café gourmet (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2021).

#### Rendimiento exportable

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los diversos tratamientos analizados en términos del rendimiento exportable de café oro (Tabla 6). Esta falta de distinción significativa entre los diferentes sistemas y tiempos de fermentación para la variedad Caturra Roja podría explicarse por la tolerancia inherente de esta variedad. La Caturra parece tener una capacidad natural para mantener su estructura física intacta, independientemente de los sistemas y tiempos de fermentación empleados. Además, es posible que los procesos fermentativos en sí no difirieran significativamente entre los tratamientos debido a factores como la temperatura ambiente, la humedad relativa y la actividad microbiana presentes en todas las condiciones de fermentación.

**Tabla 6**  
*Porcentaje de rendimiento exportable de café oro en 350 g de café pergamino seco de los tratamientos en estudio.*

Clave	Tratamientos Descripción	Rendimiento exportable	
		(g)	(%)
T <sub>1</sub>	Fermentación abierto sólido (20 horas)	258,27	73,79
T <sub>2</sub>	Fermentación abierto sólido (27 horas)	260,07	74,31
T <sub>3</sub>	Fermentación abierto sólido (36 horas)	256,00	73,14
T <sub>4</sub>	Fermentación abierta sumergido (20 horas)	257,77	73,65
T <sub>5</sub>	Fermentación abierta sumergido (27 horas)	261,83	74,81
T <sub>6</sub>	Fermentación abierta sumergido (36 horas)	258,20	73,77
T <sub>7</sub>	Fermentación cerrado sólido (20 horas)	259,13	74,04
T <sub>8</sub>	Fermentación cerrado sólido (27 horas)	259,03	74,01
T <sub>9</sub>	Fermentación cerrado sólido (36 horas)	256,67	73,33
T <sub>10</sub>	Fermentación cerrada sumergido (20 horas)	259,43	74,12
T <sub>11</sub>	Fermentación cerrada sumergido (27 horas)	258,80	73,94
T <sub>12</sub>	Fermentación cerrada sumergido (36 horas)	255,00	72,86

Es importante tener en cuenta que este estudio podría haber tenido limitaciones en cuanto a la variabilidad de las condiciones de procesamiento controladas y la sensibilidad de los métodos de medición utilizados para evaluar el rendimiento exportable. En cuanto al rendimiento exportable, se observa que el café exportable oscila entre el 72,86 % y el 74,81 % de los 350 g de café pergamino seco. Estos resultados son inferiores a los encontrados por Saccaco (2009), quien reportó valores superiores al 81 % e inferiores al 84 % para la variedad Caturra Roja. Asimismo, según INACAL (2021), el rendimiento del café oro debe estar entre el 76 % y el 83 % en relación con el café pergamino.

#### Análisis sensorial

Se revela cierta variabilidad estadística entre los

catadores en relación con los puntajes finales en taza, influenciados por diferentes métodos de fermentación (Tabla 7). Se observa que hubo una puntuación estadísticamente más baja en taza cuando los granos de café fueron sometidos al proceso de fermentación abierto sólido en comparación con otros métodos. Sin embargo, los demás métodos de fermentación mostraron resultados estadísticamente similares en cuanto al puntaje en taza. Es decir, es probable que las diferencias en los procesos de fermentación del café pudieron influir en la composición química y, por ende, en las características sensoriales del café, porque en un proceso de fermentación abierto sólido, los granos están expuestos al aire libre, lo que provoca fluctuaciones de temperatura y una mayor oxigenación (Pantoja et al., 2015). Estos factores podrían acelerar ciertos procesos de fermentación y alterar la composición química de los granos de café (Lee et al., 2016), porque se ha comprobado según Arcos y Riaño (2017), que bajo esas condiciones se acelera la oxidación de compuestos aromáticos y la degradación de ácidos orgánicos, lo que podría afectar negativamente el sabor y aroma del café.

Según los resultados estadísticos, se evidencia que los granos de café sometidos a un proceso de fermentación durante 36 horas recibieron una puntuación más alta en términos de calidad de taza en comparación con los granos fermentados durante 27 horas y 20 horas, respectivamente. Además, los granos fermentados durante 27 horas obtuvieron una calificación mayor en la taza que aquellos fermentados durante 20 horas, según la evidencia estadística presentada (Tabla 7) coincidiendo de algún modo con Natividad (2011), quien encontró un incremento directamente proporcional de tiempo de fermentación respecto al puntaje en taza obtenido, que van desde las 13 horas hasta las 20 horas para obtener valores desde los 75,00 hasta 90,67 respectivamente. Por su parte, Guerrero (2019), sustenta que los puntajes más altos en la catación de café se alcanzan después de 39 horas de fermentación, obteniendo un valor de 83,25 a una altitud de 1,507 metros sobre el nivel del mar (msnm). Es decir, la duración de la fermentación puede tener un impacto significativo en la composición química y, por lo tanto, en las características sensoriales del café posiblemente se modificaron, porque durante el proceso de fermentación, los microorganismos presentes en los granos de café metabolizan los azúcares y otros compuestos presentes en los granos (Lee et al., 2016). Por lo tanto, con el tiempo, este proceso de fermentación puede conducir a la formación de una amplia gama de compuestos aromáticos que contribuyen al sabor y aroma del café (Puerta, 2012; Camizán, 2020). Razón por el cual, una fermentación más larga, como la de 36 horas en comparación con 27 o 20 horas, permitió mayor formación y desarrollo de estos compuestos aromáticos, lo que pudo llevar a un perfil de sabor más complejo y agradable.

También es posible que, con una fermentación prolongada, hubo mayor actividad enzimática y microbiana, lo que contribuyó a la degradación de compuestos indeseables presentes en los granos de café (Peña et al., 2013; Caballero et al., 2016). Por ejemplo, ciertos compuestos que pueden causar sabores amargos o desagradables pueden ser metabolizados durante una fermentación más larga, lo que resulta en un perfil de sabor más equilibrado y agradable. Finalmente, algunos estudios han demostrado que la duración de la fermentación también puede influir en la acidez y cuerpo del café (Pantoja et al., 2015), porque una fermentación más larga puede promover la producción de ácidos orgánicos y otros compuestos que contribuyen a una acidez más brillante y pronunciada en el café (Puerta y Echeverry, 2015; Peñuela et al., 2022).

**Tabla 7**  
*Prueba de Kruskal-Wallis (α = 0,05) del puntaje en taza por influencia de los distintos procesos de fermentación y tiempo de fermentación.*

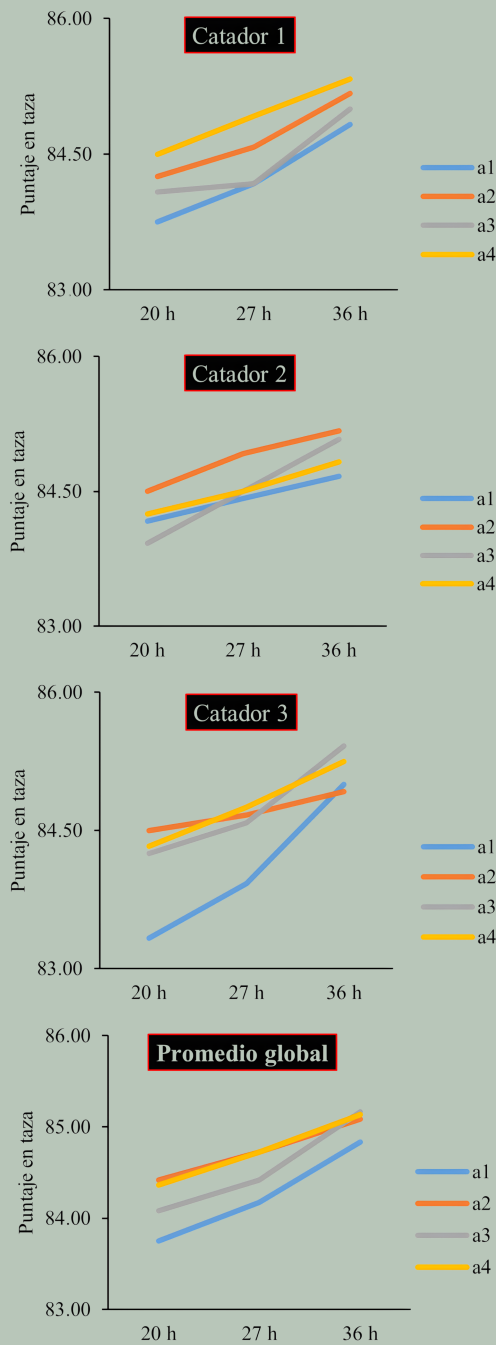
Factores en estudio	Catador 1		Catador 2		Catador 3	
	Medias	Sig	Medias	Sig	Medias	Sig
Procesos de fermentación						
Abierto sólido	84,25	ab	84,42	ab	84,08	ab
Abierto sumergido	84,67	ab	84,86	ab	84,69	ab
Cerrado sólido	84,42	ab	84,50	ab	84,75	ab
Cerrado sumergido	84,92	ab	84,53	ab	84,78	ab
Horas de fermentación						
20 horas	84,15	abc	84,21	abc	84,10	abc
27 horas	84,46	abc	84,58	abc	84,48	abc
36 horas	85,08	abc	84,94	abc	85,15	abc

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Los puntajes de taza obtenidos en los tratamientos mostraron una calidad generalmente alta, con una puntuación que oscila entre 83,33 y 85,42 puntos según la evaluación de los catadores (Tabla 8). La mayoría de los tratamientos fueron clasificados como "Premio" por la Specialty Coffee Association of America (SCAA, 2015), lo que indica una calidad "muy buena", superando los 80 puntos, pero sin alcanzar los 85. Además, al menos dos tratamientos fueron calificados como "Especialidad", lo que sugiere una calidad excepcional. Estos resultados están en línea con la clasificación de cafés finos según INACAL (2021), que considera los puntajes en el rango de 80-90 puntos como indicativos de cafés de alta calidad. En conjunto, estos hallazgos destacan la calidad generalmente alta de los cafés evaluados en el estudio, respaldando su clasificación como cafés finos y de especialidad.

Por lo general, los resultados (Tabla 8) revelan que los tratamientos T<sub>1</sub> (Fermentación abierto sólido (20 horas)), T<sub>7</sub> (Fermentación cerrado sólido (20 horas)) y T<sub>2</sub> (Fermentación abierto sólido (27 horas)) obtuvieron puntajes más bajos en comparación con los otros tratamientos evaluados. Estos hallazgos sugieren que la duración y tipo de proceso de fermentación pueden influir significativamente en la calidad del café.

**Figura 1**  
Puntaje en taza de los tres catadores.



a2: Proceso de fermentación abierto sumergido.  
a4: Proceso de fermentación cerrado sumergido.

Los tratamientos que involucran fermentación en un entorno abierto sólido en períodos más cortos (20 y 27 horas) parecen haber resultado en una calidad menor en puntaje de taza. Esto podría deberse a una variedad de factores, como una menor estabilidad en las condiciones de fermentación, una exposición prolongada al oxígeno que puede afectar negativamente la calidad del grano, o una actividad microbiana diferente en comparación con los procesos de fermentación cerrados. En general, se han logrado

resultados satisfactorios según la clasificación de 100 puntos de la ficha de excelencia. Se puede concluir que los puntajes más altos se lograron con una fermentación de 36 horas, lo que se identifica como el factor más influyente en los resultados obtenidos.

**Tabla 8**  
Prueba de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,05$ ) de puntaje en taza por tratamiento en estudio.

Trat	Catador 1			Catador 2			Catador 3		
	Media	Sig		Media	Sig		Media	Sig	
T <sub>12</sub>	85,33	abcd		T <sub>6</sub>	85,17	abcd	T <sub>9</sub>	85,42	abcde
T <sub>6</sub>	85,17	abcd		T <sub>9</sub>	85,08	abcd	T <sub>12</sub>	85,25	abcde
T <sub>9</sub>	85,00	abcd		T <sub>5</sub>	84,92	abcd	T <sub>3</sub>	85,00	abcde
T <sub>11</sub>	84,92	abcd		T <sub>12</sub>	84,83	abcd	T <sub>6</sub>	84,92	abcde
T <sub>3</sub>	84,83	abcd		T <sub>3</sub>	84,67	abcd	T <sub>11</sub>	84,75	abcde
T <sub>5</sub>	84,58	abcd		T <sub>8</sub>	84,50	abcd	T <sub>5</sub>	84,67	abcde
T <sub>10</sub>	84,50	abcd		T <sub>4</sub>	84,50	abcd	T <sub>8</sub>	84,58	abcde
T <sub>4</sub>	84,25	abcd		T <sub>11</sub>	84,50	abcd	T <sub>4</sub>	84,50	abcde
T <sub>8</sub>	84,17	abcd		T <sub>2</sub>	84,42	abcd	T <sub>10</sub>	84,33	abcde
T <sub>2</sub>	84,17	abcd		T <sub>10</sub>	84,25	abcd	T <sub>7</sub>	84,25	abcde
T <sub>7</sub>	84,08	abcd		T <sub>1</sub>	84,17	abcd	T <sub>2</sub>	83,92	abcde
T <sub>1</sub>	83,75	abcd		T <sub>7</sub>	83,92	abcd	T <sub>1</sub>	83,33	abcde

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Leyenda:

- T1 = Fermentación abierto sólido (20 horas).
- T2 = Fermentación abierto sólido (27 horas).
- T3 = Fermentación abierto sólido (36 horas).
- T4 = Fermentación abierta sumergido (20 horas).
- T5 = Fermentación abierta sumergido (27 horas).
- T6 = Fermentación abierta sumergido (36 horas).
- T7 = Fermentación cerrado sólido (20 horas).
- T8 = Fermentación cerrado sólido (27 horas).
- T9 = Fermentación cerrado sólido (36 horas).
- T10 = Fermentación cerrada sumergido (20 horas).
- T11 = Fermentación cerrada sumergido (27 horas).
- T12 = Fermentación cerrada sumergido (36 horas).

También se podría mencionar que otros factores podrían afectar la percepción sensorial del café y, por ende, el puntaje final estimado. Estos factores incluyen la temperatura, grados Brix y el pH durante la fermentación del grano, por ello, mediante el análisis de correlación de Spearman ( $\rho$ ) (Tabla 9), se concluye: 1) que los resultados indican que la temperatura y los grados Brix no están significativamente relacionados con el puntaje final de la catación de café, ya que los valores de p-valor asociados a estas correlaciones son mayores que el nivel de significancia convencional de 0,05 (p-valor=0,087 para temperatura y p-valor=0,126 para grados Brix). Esto sugiere que las fluctuaciones en la temperatura durante el proceso de producción del café, así como las variaciones en el contenido de azúcar medida en grados Brix, no tienen un impacto estadísticamente significativo en la percepción sensorial del café evaluada por los catadores. 2) Por otro lado, se encontró una correlación significativa y negativa de magnitud moderada entre el pH y el puntaje final de la catación de café. Esto indica que a medida que el pH previo en los tratamientos aumenta, el puntaje final promedio tiende a disminuir.

**Tabla 9**

Medias y coeficiente de correlación de Spearman ( $r_{ho}$ ) de la temperatura, grados Brix y pH, con el puntaje final promedio de taza.

Tratamiento	Temperatura (°C)	Grados Brix	pH	Puntaje (taza)	Clasificación
T <sub>1</sub>	18,17	12,27	4,67	83,75	Bueno
T <sub>2</sub>	21,17	9,27	4,10	84,17	Bueno
T <sub>3</sub>	22,37	6,23	3,46	84,83	Bueno
T <sub>4</sub>	17,67	13,10	4,82	84,42	Bueno
T <sub>5</sub>	20,10	10,37	4,33	84,72	Bueno
T <sub>6</sub>	20,10	7,03	3,55	85,09	Muy bueno
T <sub>7</sub>	18,43	19,03	5,00	84,08	Bueno
T <sub>8</sub>	20,63	14,00	4,47	84,42	Bueno
T <sub>9</sub>	21,27	12,03	3,71	85,17	Muy bueno
T <sub>10</sub>	18,03	19,27	5,10	84,36	Bueno
T <sub>11</sub>	24,37	14,33	4,73	84,72	Bueno
T <sub>12</sub>	22,50	12,00	3,74	85,14	Muy bueno
CC	0,51	-0,47	-0,71		
p-valor	0,087ns	0,126ns	<b>0,012*</b>		

CC = Coeficiente de correlación.

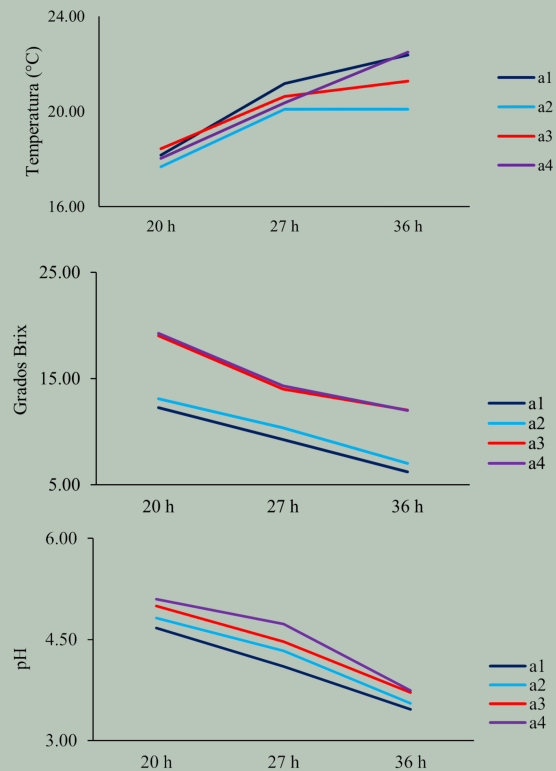
Una correlación negativa sugiere que a medida que una variable aumenta, la otra tiende a disminuir, y una correlación moderada implica una relación sustancial pero no perfecta entre las dos variables. En este caso, una relación negativa moderada entre el pH y el puntaje final podría interpretarse como una indicación de que un pH más alto (más alcalino) en el café puede estar asociado con una calidad sensorial ligeramente inferior, según la evaluación de los catadores.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la correlación no implica causalidad, por lo que se necesitarían estudios adicionales para comprender mejor la relación entre el pH y la calidad organoléptica del café.

Según lo representado en la Figura 2, se observa que la temperatura tiende a aumentar a medida que se incrementa el tiempo de fermentación. En contraste, los valores de los grados Brix, tienden a decrecer a medida que aumenta el tiempo de fermentación. Esta misma tendencia se refleja en el pH. En relación con la temperatura (Figura 2), estudios previos como el de Partida (2018) indican una correlación significativa entre la temperatura y la puntuación final, así como con atributos como la acidez, balance, dulzor y puntaje total, porque las muestras provenientes de fincas cafetaleras con temperaturas más bajas reciben una calificación más alta por parte de los jueces expertos, resultando en una puntuación final superior. Investigaciones realizadas por autores como Pantoja et al. (2015), Caballero et al. (2016) y Camizán (2020), han encontrado relaciones entre la temperatura, la acidez de la bebida y el puntaje final en otras regiones cafetaleras del mundo. Además, factores como el olor, sabor y posgusto, seguidos del aroma frutal, también muestran una correlación significativa con la temperatura.

**Figura 2**

Temperatura, grados Brix y pH entre la interacción del tiempo de fermentación y proceso de fermentación.



#### IV. CONCLUSIONES

Se concluye que el proceso y tiempo de fermentación, respectivamente; no ejercieron una influencia significativa en la calidad física del café Caturra. Los tratamientos presentaron rendimientos variados, destacándose el T<sub>6</sub> (Fermentación abierta sumergido (36 horas)) con un 83,20 % de café oro/trilla, el T<sub>5</sub> (Fermentación abierta sumergido (27 horas)) con un 74,81 % de café oro/tamiz N°16 y el T<sub>2</sub> (Fermentación abierto sólido (27 horas)) con un 79,45 % de grano oro/tamiz N°15.

Se determinó que los procesos y tiempos de fermentación tuvieron impacto significativo en la calidad sensorial del café Caturra. Asimismo, el sistema cerrado sumergido y tiempo de fermentación de 36 horas obtuvieron las puntuaciones más altas, con un promedio de los 84,74 y 85,06 puntos, respectivamente. No se encontró una influencia significativa de la temperatura y grados Brix en el puntaje final en taza; mientras que si se encontró una correlación significativa negativa de magnitud moderada entre el pH y el puntaje de taza.

Se identificó que los procesos de fermentación del café Caturra generan variaciones en la temperatura, pH y grados Brix. Los valores más altos se registraron en el sistema abierto sólido con 36 horas de fermentación,

con 20,57 °C y 21,56 °C, respectivamente. Además, se observaron resultados destacados en el sistema cerrado sumergido a las 20 horas de fermentación, con 15,20 y 15,92 °Brix, y pH, con valores de 4,53 y 4,90, respectivamente.

## V. REFERENCIAS

- Arcos, C., & Riaño, C. (2017). *Efecto de la fermentación aerobia del grano de café orgánico en el desarrollo de características sensoriales de la bebida en el municipio de Pitalito* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/13481>
- Caballero, J., Zacarías, A., Ichimura, A., & Ovalle, J. (2016). Relación del tipo de fermentación con la calidad física y de taza del café. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*, 9(11), 94–100.
- Camizán, R. (2020). *Evaluación del tiempo de fermentación de café (Coffea arabica L.) en relación con la calidad organoléptica* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.u.s.s.edu.pe/handle/20.500.12802/7349>
- Guerrero, J. (2019). *Fermentación del café y calidad de taza según pisos altitudinales en la cuenca Urumba, Tabaconas–San Ignacio* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/125>
- Instituto Nacional de Calidad. (2021). *Guía de implementación de la Norma Técnica Peruana NTP 209.027:2018. Café verde: Requisitos*. Instituto Nacional de Calidad.
- Lee, L., Cheong, M., Curran, P., Yu, B., & Liu, S. (2016). Modulation of coffee aroma via the fermentation of green coffee beans with *Rhizopus oligosporus*: II. Effects of different roast levels. *Food Chemistry*, 211, 924–936. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27283713/>
- Natividad, K. (2011). *Influencia del tiempo de fermentación en la calidad organoléptica del café en diferentes altitudes del distrito de Hermilio Valdizán, Leoncio Prado* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/275>
- Pantoja, C., Rojas, P., Montaña, L., Tovar, E., Ome, Y., Arcos, C., Ordoñez, C., & Vega, G. (2015). Estudio de algunas variables en el proceso de fermentación de café y su relación con la calidad de taza en el sur de Colombia. *Revista Agroecología Ciencia y Tecnología*, 3(1), 22–27. <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/6735>
- Partida, J. (2018). *Caracterización y diferenciación de cafés mediante análisis sensorial* [Tesis de posgrado, Universidad de Santiago de Compostela]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/10347/17270>
- Peña, N., Barrera, O., & Gutiérrez, N. (2013). Efectos del tiempo de fermentación sobre la calidad en taza del café. *Revista Ingeniería y Región*, 10, 111–116. <https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/762/1462>
- Peñuela, A., Guerrero, A., & Sanz, J. (2022). *Cromacafé: Herramienta para identificar los estados de madurez de las variedades de café de fruto rojo*. *Avances Técnicos Cenicafé*, 535, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0535>
- Puerta, G. (2012). *Factores, procesos y controles en la fermentación del café*. *Avances Técnicos Cenicafé*, 422, 1–12.
- Puerta, G., & Echeverry, J. (2015). *Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad*. *Avances Técnicos Cenicafé*, 454, 1–12.
- Saccaco, R. (2009). *Influencia de bioestimulantes en la inducción floral y el rendimiento del cafeto (Coffea arabica L.) variedad Caturra rojo en Villa Rica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/84>
- Specialty Coffee Association of America. (2015). *Specialty Coffee Association of America*. <https://academia-lab.com/enciclopedia/asociacion-de-cafes-especiales-de-america/>